

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-219847

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
H 0 1 G 4/228		H 0 1 G 1/14
4/30	3 0 1	4/30
		1/14
		B
		3 0 1 B
		F
		J

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-17565
(22) 出願日 平成10年(1998) 1月29日

(71) 出願人 000003067
ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号
(72) 発明者 神谷 貴志
東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
(74) 代理人 弁理士 阿部 美次郎

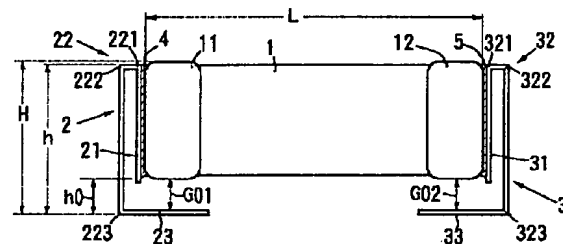
包袋済

(54) 【発明の名称】 セラミックコンデンサ

(57) 【要約】

【課題】 熱応力および基板の撓みによる機械的応力を吸収する。

【解決手段】 セラミックコンデンサ素子1は、相対する両側端面に端子電極11、12を有する。金属端子2、3のそれぞれは、一端が端子電極11、12の一つに接続され、中間部に折り返し部22、32を有し、折り返し部22、32の先に外部と接続される端子部23、33を有する。金属端子2、3のそれぞれは-55℃から125℃迄の平均線膨張率 α が 13×10^{-6} 以下である



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つのセラミックコンデンサ素子と、少なくとも一対の金属端子とを含むセラミックコンデンサであって、

前記セラミックコンデンサ素子は、相対する両側端面に端子電極を有しており、

前記金属端子のそれぞれは、先端部が前記端子電極の一つに接続され、中間部に折り返し部を有し、前記折り返し部の後方に外部と接続される端子部を有し、 -55°C から 125°C 迄の平均線膨張率が 13×10^{-6} 以下であるセラミックコンデンサ。

【請求項2】 請求項1に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子は、Feが55～70wt%で、Niが30～45wt%の合金からなるセラミックコンデンサ。

【請求項3】 請求項1ないし2に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子および前記端子電極は、樹脂を含有する導電性接着剤によって接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項4】 請求項3に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記導電性接着剤は、導電成分として、粒径 $3\mu\text{m}$ 以上の銀粒子を含むセラミックコンデンサ。

【請求項5】 請求項3または4の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

前記導電性接着剤の前記樹脂は、エポキシ樹脂系、ウレタン樹脂系、ポリイミド樹脂系またはアクリル樹脂系熱硬化性樹脂から選択された少なくとも一種を主成分とするセラミックコンデンサ。

【請求項6】 請求項1または2の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子および前記端子電極は、はんだによって接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項7】 請求項6に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記はんだは、融点が 200°C 以上 400°C 以下の範囲にあるセラミックコンデンサ。

【請求項8】 請求項6または7の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子は、少なくとも前記端子部の外部接続面は、はんだ濡れ性を良好にする処理を施し、反対側の面に、はんだに対して非付着性を示す被覆膜を有するセラミックコンデンサ。

【請求項9】 請求項8に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記被覆膜は、金属酸化膜で構成されているセラミックコンデンサ。

【請求項10】 請求項8に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記被覆膜は、ワックス、樹脂またはシリコンオイルから選択された一種であるセラミックコンデンサ。

【請求項11】 請求項1乃至10の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子の前記折り返し部は、少なくとも一の曲げ部を含み、

前記金属端子のそれぞれは、前記折り返し部の最初の曲げ部と、前記先端部との間の部分が、前記端子電極に接続されているセラミックコンデンサ。

10 【請求項12】 請求項11に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子の前記折り返し部は、2つの曲げ部を有するセラミックコンデンサ。

【請求項13】 請求項12に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子の前記折り返し部は、第1の曲げ部と、第2の曲げ部とを含み、

前記第1の曲げ部では、前記端子電極から遠ざかる方向に折り曲げられ、第2の曲げ部では、前記第1の曲げ部から間隔を隔て、前記端面と対向する方向に折り曲げられているセラミックコンデンサ。

20

【請求項14】 請求項11に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子の前記折り返し部は、一つの曲げ部で構成され、鋭角に折り曲げられているセラミックコンデンサ。

【請求項15】 請求項14に記載されたセラミックコンデンサであって、

30

前記金属端子は、前記折り曲げにより生じる2つの対向部分間の最大隙間が $300\mu\text{m}$ 以下であるセラミックコンデンサ。

【請求項16】 請求項11に記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子の前記折り返し部は、弧状に折り曲げられているセラミックコンデンサ。

【請求項17】 請求項1乃至16の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

40

前記端子部は、前記セラミックコンデンサ素子の内、最下層に位置するセラミックコンデンサ素子の下側に間隔をおいて配置されているセラミックコンデンサ。

【請求項18】 請求項1乃至16の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

前記金属端子は、前記端子部から、前記端子電極を取り付けた取り付け部までの経路長が、前記端子部を基準にした部品高さ寸法よりも大きいセラミックコンデンサ。

【請求項19】 請求項1乃至16の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、

前記折り返し部は、頂部が前記セラミックコンデンサ素子の頂部よりも低い位置にあるセラミックコンデンサ。

50

【請求項20】 請求項1乃至19の何れかに記載され

たセラミックコンデンサであって、前記金属端子のそれぞれは、前記折り返し部と前記端子部との間に曲げ部を有するセラミックコンデンサ。

【請求項21】 請求項20に記載されたセラミックコンデンサであって、前記金属端子のそれぞれは、前記折り返し部と前記端子部との間の前記曲げ部において、前記端子部が前記セラミックコンデンサ素子に近づく方向に折り曲げられているセラミックコンデンサ。

【請求項22】 請求項1乃至21の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、前記金属端子のそれぞれは、先端部から前記折り返し部の最初の曲げ部に至る部分に、別の曲げ部を有し、前記別の曲げ部から前記最初の曲げ部に至る部分が前記側端面と間隔を隔てて対向し、前記先端部と前記別の曲げ部との間が前記端子電極に接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項23】 請求項1乃至22の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、前記セラミックコンデンサ素子は、複数個であり、順次に積層され、前記端子電極が並列に接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項24】 請求項23に記載されたセラミックコンデンサであって、前記金属端子のそれぞれは、前記複数のセラミックコンデンサ素子の少なくとも1つの前記端子電極に接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項25】 請求項24に記載されたセラミックコンデンサであって、前記先端部と前記別の曲げ部との間が、2つのセラミックコンデンサ素子の端子電極間に配置され、かつ、両端子電極に接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項26】 請求項24に記載されたセラミックコンデンサであって、前記先端部と前記別の曲げ部との間が、前記複数のセラミックコンデンサ素子の内の最下層のセラミックコンデンサ素子の端子電極を支えるように配置され、かつ、その端子電極に接続されているセラミックコンデンサ。

【請求項27】 請求項1乃至26の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、前記セラミックコンデンサは、セラミック誘電体基体の内部に複数の内部電極を有しており、前記内部電極は、一端が前記端子電極の一方に接続され、他端が前記端子電極の他方との間に間隔を有し、前記間隔は前記他端から前記セラミック誘電体基体の厚み方向に引かれた垂線が前記端子電極に交わらない寸法に設定されているセラミックコンデンサ。

【請求項28】 請求項1乃至27の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、前記端子電極は、前記側端面のみに形成されるセラミックコンデンサ。

【請求項29】 請求項1乃至28の何れかに記載され

たセラミックコンデンサであって、前記金属端子は、少なくとも1つの抜き部を有し、前記抜き部は、前記端子電極を取り付けた取り付け部に向き合うセラミックコンデンサ。

【請求項30】 請求項1乃至29の何れかに記載されたセラミックコンデンサであって、前記端子部は、少なくとも1つの穴を有するセラミックコンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

- 10 【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックコンデンサに関する。本発明は、主に、スイッチング電源用の平滑用コンデンサとして用いるのに適した積層チップ型のセラミックコンデンサに関する。

【0002】

【従来の技術】これまで、スイッチング電源用の平滑用コンデンサとしては、アルミ電解コンデンサが主流であった。しかしながら、小型化、信頼性向上等の市場要求が強まり、これに対応すべく、小型で高信頼性のセラミックコンデンサの要求が高まっている。

- 20 【0003】一般に、電源周辺は高熱を発するため、基板は放熱性の良いアルミニウム基板が用いられる。しかしながら、電源周辺では、電源のオン/オフによる温度変化が大きく、熱膨張率の大きなアルミニウム基板上に実装したセラミックコンデンサには大きな熱応力が発生する。この熱応力は、セラミックコンデンサにクラックを発生させ、ショート不良や、発火等のトラブルを発生させる原因となる。

- 30 【0004】発火等のトラブルを無くするためには、セラミックコンデンサに発生する熱応力を緩和することが重要である。熱応力を緩和する手段として、実公平5-46258号公報、特開平4-171911号公報および特開平4-259205号公報等は、セラミックコンデンサの端子電極に金属板をはんだ付けし、金属板をアルミニウム基板上に実装することにより、セラミックコンデンサがアルミニウム基板に直接はんだ付されるのを防ぐ構造を開示している。

- 40 【0005】通常、アルミニウム基板の膨張、収縮による熱応力を十分に吸収するためには、アルミニウム基板にはんだ付される端子部から、セラミックコンデンサとの接続部分に至る金属板の脚部分を、できるだけ長くする必要がある。しかしながら、従来品では、金属板の脚を長くすると、必然的にセラミックコンデンサの高さが高くなる構造であるため、金属板の脚の長さを、基板において許容される許容高さ内の寸法となるように制限する必要がある。

- 50 【0006】このため、従来品では、金属板の脚の長さを大きくすることができず、電源周辺のような温度変化の激しい環境下（-55～125℃）で長期間使用し続けると、セラミックコンデンサの端部付近にクラックが発生し、発火する危険性が高く、信頼性に関する重大な

問題があるため十分普及するに至っていない。

【0007】特に前記金属板の使用温度範囲における新規な提案と良好な物性が特定されるか、あるいは、好ましい材料が待たれているものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、セラミックコンデンサ素子にクラック、破損等が発生するのを確実に阻止できるセラミックコンデンサを提供することである。

【0009】本発明のもう一つの課題は、セラミックコンデンサ素子における熱応力および機械的応力を低減できるセラミックコンデンサを提供することである。

【0010】本発明の更にもう一つの課題は、金属端子について、高さを増大させずに、基板側端子部からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの長さを増大させたセラミックコンデンサを提供することである。

【0011】本発明の更にもう一つの課題は、 $-55 \sim 125^\circ\text{C}$ の範囲における温度変化の激しい環境下で長期間使用し続けても、クラックが発生せず、発火する危険性のないセラミックコンデンサを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、本発明に係るセラミックコンデンサは、少なくとも1つのセラミックコンデンサ素子と、少なくとも一対の金属端子とを含む。前記セラミックコンデンサ素子は、相対する両側端面に端子電極を有する。

【0013】前記金属端子のそれぞれは、一端が前記端子電極の一つに接続され、中間部に折り返し部を有し、折り返し部の先に外部と接続される端子部を有する。前記金属端子のそれぞれは、 -55°C から 125°C 迄の平均線膨張率 α が 13×10^{-6} 以下の金属材料でなる。

【0014】本発明に係るセラミックコンデンサにおいて、少なくとも一対備えられる金属端子のそれぞれは、一端が、コンデンサ素子の端子電極の一つに接続され、中間部に折り返し部を有し、折り返し部の先に外部と接続される端子部を有する。かかる構造の金属端子は、中間部に設けられた折り返し部により、基板等の外部導体と接続される端子部からセラミックコンデンサ素子の端子電極に接続された一端までの長さが、中間部に設けられた折り返し部により拡大される。しかも、折り返し部が一種のスプリング作用を奏する。このため、基板の撓みおよび熱膨張を、確実に吸収し、セラミックコンデンサ素子に生じる機械的応力および熱応力を低減し、セラミックコンデンサ素子にクラックが発生するのを阻止することができる。従って、アルミニウム基板に実装されることの多いスイッチング電源用平滑コンデンサとして用いた場合でも、クラックの発生、それに起因する発火の危険を回避することができ端子について、高さを増大させずに、基板側端子部からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの長さを増大させ、基板の撓みおよび熱膨

張に対する吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0015】更に、金属端子のそれぞれは、 -55°C から 125°C 迄の平均線膨張率 α が 13×10^{-6} 以下の金属材料でなる。このような平均線膨張係数 α を有する金属材料を用いて、金属端子を構成すると、 $-55 \sim 125^\circ\text{C}$ の範囲における温度変化の激しい環境下で長期間使用し続けても、クラックが発生せず、発火の危険性もなくなることが解った。従って、頻繁にON/OFFされ、 $-55 \sim 125^\circ\text{C}$ の範囲で温度変動を生じることのあるスイッチング電源において、平滑用コンデンサとして使用された場合にも、十分な信頼性を確保することができる。本発明において、平均線膨張係数 α とは、複数の異なる温度で測定された線膨張係数の平均値をいう。

【0016】本発明の他の目的、構成及び利点については、添付図面を参照し、更に具体的に説明する。添付図面は単に例を示すに過ぎない。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るセラミックコンデンサの正面図、図2は図1に示したセラミックコンデンサの正面断面図である。図示されたセラミックコンデンサは、1つのセラミックコンデンサ素子1と、一対の金属端子2、3とを含む。セラミックコンデンサ素子1は、長さLの方向において相対する両側端面に端子電極11、12を有する。

【0018】図2を参照すると、セラミックコンデンサ素子1は、セラミック誘電体基体100の内部に多数（例えば100層）の内部電極101、102を有する。内部電極101は一端が端子電極11に接続され、他端が開放端になっており、内部電極102は一端が端子電極12に接続され、他端が開放端になっている。端子電極11、12、内部電極101、102およびセラミック誘電体基体100の構成材料およびその製造方法等は周知である。例えば、セラミック誘電体基体100を構成する誘電体材料としては、チタン酸バリウム系磁器誘電体の他、リラクサ系磁器誘電体材料等を用いることができる。本発明において用い得るリラクサ系磁器誘電体材料の具体例としては組成式 $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - \text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{W}_{2/3})\text{O}_3 - \text{PbTiO}_3$ で表されるものがある。この組成式は、一般に、 $\text{PMN} - \text{PMW} - \text{PT}$ と表現される。この他、 $\text{PMN} - \text{PNN} - \text{PT}$ 、 $\text{PMN} - \text{PZT} - \text{PT}$ 、 $\text{PMN} - \text{PNN} - \text{PMW} - \text{PT}$ 等の一般式によって表現されるものも使用可能である。

【0019】金属端子2、3のそれぞれは、 -55°C から 125°C 迄の平均線膨張率 α が 13×10^{-6} 以下の金属材料でなる。このような金属材料の具体例としては、Feが55～70wt%で、Niが35～45wt%の合金を挙げることができる。更に、次に述べる金属材料も、本発明に係るセラミックコンデンサの金属端子2、

3の構成材料として使用できる。

【0020】アンバー (Fe-Ni合金)

線膨張係数 $\alpha = 1 \sim 2 \times 10^{-6}$

42アロイ (登録商標) (Fe58wt%, Ni42wt%)

線膨張係数 $\alpha = 4 \sim 5 \times 10^{-6}$

Ru

線膨張係数 $\alpha = 6.8 \times 10^{-6}$

ニモニック80 (登録商標)

線膨張係数 $\alpha = 11.7 \times 10^{-6}$

Pt

線膨張係数 $\alpha = 9 \times 10^{-6}$

Pd

線膨張係数 $\alpha = 10.6 \times 10^{-6}$

チタン

線膨張係数 $\alpha = 9 \times 10^{-6}$

炭素銅: 線膨張係数 $\alpha = 10 \sim 13 \times 10^{-6}$

次に、内部電極101は、好ましくは、その開放端と端子電極12との間に、間隔 ΔL_1 が生じるように形成する。内部電極102は、その開放端と端子電極11との間に、間隔 ΔL_2 が生じるように形成する。間隔 ΔL_1 および ΔL_2 は、開放端と端子電極11、12との間の最短距離で与えられる。具体的には、間隔 ΔL_1 は、端子電極12の内、セラミック誘電体基体100の表面および裏面に付着されている垂れ部分121の先端からセラミック誘電体基体100の厚み方向に引かれた線分S11と、開放端の先端からセラミック誘電体基体100の厚み方向に引かれた線分S12との間の間隔として与えられる。間隔 ΔL_2 は、端子電極11の内、セラミック誘電体基体100の表面および裏面に付着されている垂れ部分111の先端からセラミック誘電体基体100の厚み方向に引かれた線分S21と、開放端の先端からセラミック誘電体基体100の厚み方向に引かれた線分S22との間の間隔として与えられる。

【0021】図2において、セラミックコンデンサ素子1は、内部電極101、102の電極面が水平面と平行となる横配置となっているが、図2の位置からセラミックコンデンサ素子1を約90度回転させて、内部電極101、102の電極面が水平面に対して垂直となる縦配置としてもよい。

【0022】金属端子2は、一端21が端子電極11に接続され、中間部に折り返し部22を有し、折り返し部22の先に、外部と接続される端子部23を有する。金属端子3も、一端31が端子電極12に接続され、中間部に折り返し部32を有し、折り返し部32の先に外部と接続される端子部33を有する。金属端子2、3は電気抵抗が低く、しかもバネ性に優れた材料によって構成する。代表例としては磷青銅の板材がある。板厚は、限定するものではないが、代表的には0.1mm程度である。

【0023】金属端子2、3の一端21、31は、接合

材4、5によって端子電極11、12に接続されている。

【0024】図3は図1及び図2に示したセラミックコンデンサを回路基板上に実装した時の状態を示す部分断面図である。セラミックコンデンサは、回路基板70の上に搭載されている。回路基板70の表面には導体パターン71、72が設けられている。セラミックコンデンサに備えられた金属端子2の端子部23がはんだ81によって導体パターン71にはんだ付けされ、金属端子3の端子部33がはんだ82によって導体パターン72にはんだ付けされされている。

【0025】ここで、本発明に係るセラミックコンデンサにおいて、少なくとも一対備えられる金属端子2、3のそれぞれは、一端21、31が、セラミックコンデンサ素子1の端子電極11、12に接続され、中間部に折り返し部22、32を有し、折り返し部22、32の先に外部と接続される端子部23、33を有する。かかる構造の金属端子2、3は、中間部に設けられた折り返し部22、32により、基板等の外部導体と接続される端子部からセラミックコンデンサ素子1の端子電極11、12に接続された一端までの長さ(高さ)が、中間部に設けられた折り返し部22、32により拡大される。

【0026】例えば、端子部23、33を基準として、接合材4、5による金属端子2、3の接続位置までの高さは、折り返し部22、32を持たない従来の場合、部品高さHとなるが、本発明においては、折り返し部22、32の頂部までの経路長hとなり、高さ寸法が大幅に大きくなる。経路長hは、折り返し部22、32の頂部の位置を調整することにより、全長Lのセラミックコンデンサに許容される部品高さHよりも、低く抑えることができる。

【0027】しかも、折り返し部22、32が一種のスプリング作用を奏する。このため、回路基板70の撓みおよび熱膨張を、折り返し部22、32のスプリング作用によって吸収し、セラミックコンデンサ素子1に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。折り返し部22、32の構造、形状の選択により、回路基板70に取り付けられる端子部23、33からセラミックコンデンサ素子1の端子電極11、12との取り付け部までの距離を、従来の2~5倍も長くして、セラミックコンデンサ素子1にクラックが発生するのを阻止することができる。このため、アルミニウム回路基板70に実装されることの多いスイッチング電源用平滑コンデンサとして用いた場合でも、クラックの発生、それに起因する発火の危険を回避することができる。

【0028】また、回路基板70の撓みおよび熱膨張を、金属端子2、3に設けた折り返し部22、32によって吸収するものであり、折り返し部22、32によって、高さ増大を回避することができる。実施例の場合、スプリング作用を奏する経路長hは、折り返し部22、

32の頂部の位置を調整することにより、全長Lの当該セラミックコンデンサの部品高さHよりも、低く抑えることができる。このため、金属端子2、3について、部品高さHを増大させずに、回路基板70側端子部23、33からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長hを増大させ、金属端子2、3による回路基板70の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子1に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0029】更に、金属端子2、3のそれぞれは、-55℃から125℃迄の平均線膨張率 α が 13×10^{-6} 以下の金属材料でなる。このような平均線膨張係数 α を有する金属材料を用いて、金属端子を構成すると、-55～125℃の範囲における温度変化の激しい環境下で長期間使用し続けても、クラックを発生せず、発火の危険性もなくなることが解った。従って、頻繁にON/OFFされ、-55～125℃の範囲で温度変動を生じることのあるスイッチング電源において、平滑用コンデンサとして使用された場合にも、充分な信頼性を確保することができる。

【0030】折り返し部22、33は、頂部がセラミックコンデンサ素子1の頂部よりも低い位置にある。即ち、 $h < H$ である。このような構造であると、部品高さHを低く抑えることができる。

【0031】金属端子2、3および端子電極11、12を接合する接合材4、5としては、樹脂含有する導電性接着剤またははんだを用いることができる。金属端子2、3および端子電極11、12を、樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材4、5によって接続する接続構造によれば、熱衝撃をほとんど与えないため、使用前にセラミックコンデンサ素子1に、クラックが入っている危険が無い。このため、信頼性が高くなる。

【0032】導電性接着剤は、導電成分として、銀粒子を含むことが望ましい。銀粒子であると、導電性を向上させることができる。特に、粒径 $3 \mu\text{m}$ 以上の扁平状の銀粒子が好ましい。かかる粒径及び形状の銀粒子であると、樹脂に対する銀粒子の充填量を高め、良好な導電性を確保することができる。但し、銀粒子の粒径が大きくなり過ぎると樹脂に対する分散性が悪くなり、接着強度が低下するので、接着強度を考慮して、用いるべき銀粒子の最大粒径を定める必要がある。

【0033】本発明に係るセラミックコンデンサは、-55～125℃の広範囲の温度領域で使用されるものであるため、導電性接着剤を構成する樹脂としては、このような温度範囲に対して安定な耐温度特性を有する熱硬化性樹脂が適している。具体的には、エポキシ樹脂系、ウレタン樹脂系、ポリイミド樹脂系またはアクリル樹脂系熱硬化性樹脂をあげることができる。

【0034】金属端子2、3および端子電極11、12を接続する接合材4、5としては、上述した導電性接着

材の他、はんだを用いることもできる。融点200℃以上400℃以下のはんだが特に適している。

【0035】図3に示したように、当該セラミックコンデンサを回路基板70にはんだ付けする際、200℃前後の温度ではんだ付け処理が行なわれる。このはんだ付け処理において、金属端子2、3及び端子電極11、12を接続している接合材4、5が溶融してはならない。従って、接合材4、5として、250℃以上の融点を有するはんだを用いることが必要である。

【0036】但し、接合材4、5として、400℃以上の融点を有するはんだを用いた場合、金属端子2、3を端子電極11、12にはんだ付けする際、セラミックコンデンサ素子1に400℃以上の熱が加わり、セラミックコンデンサ素子1にサーマルクラックが入る。従って、400℃以下の融点を有するはんだを用いる。

【0037】接合材4、5として、はんだを用いた場合、金属端子2、3は、少なくとも端子部23、33の外部接合面とは反対側の面に、はんだに対して非付着性を示す被覆膜を有することが好ましい。この点について、図4を参照して説明する。

【0038】図4に示された実施例では、基体200を焼青銅または鉄-ニッケル合金等である板材で構成すると共に、外部に対してはんだ接続される外部接合面側（外側とする）は、はんだ付性の良好な金属膜201をし、反対側の内側ははんだが付着しないか、または、付着しにくい被覆膜202を付着させてある。このような金属端子2、3を用いると、図3にも図示されているように、端子部23、33の表面にはんだが付着しないので、端子部23、33と端子部23、33との間が、はんだによって満たされることがない。このため、金属端子2、3のスプリング性が損なわれることがない。

【0039】はんだが付着しないか、または、付着しにくい被覆膜202は、金属端子2、3の全長にわたって付着させてもよいし、端子部23、33を含んで部分的に付着させてもよい。被覆膜202は金属酸化膜またはワックス、樹脂もしくはシリコンオイルから選択された一種で構成され得る。金属酸化膜を形成する手段としては、基体200の表面に酸化し易い金属膜、例えばNiまたはCu等をメッキによって付着させ、自然放置等によって酸化させる手法を採用できる。金属膜201は、SnまたはPb-Snのメッキ膜として構成することができる。

【0040】再び、図1及び図2を参照して説明する。端子部23、33はセラミックコンデンサ素子1の下側に間隔をおいて配置されている。このような構造であると、端子部23、33による基板占有面積の増大を抑え、実装面積を最小にしたコンデンサを得ることができる。

【0041】図1および図2に示したセラミックコンデンサにおいて、金属端子2の折り返し部22は、第1の

曲げ部 221 と、第 2 の曲げ部 222 とを含んでいる。第 1 の曲げ部 221 では、端子電極 11 から遠ざかる方向に折り曲げられ、第 2 の曲げ部 222 では、第 1 の曲げ部 221 から間隔を隔て、端面と平行する方向に折り曲げられている。金属端子 2 は、先端部から第 1 の曲げ部 221 に至る部分が、端子電極 11 に接続されている。

【0042】同様に、金属端子 3 の折り返し部 32 は、第 1 の曲げ部 321 と、第 2 の曲げ部 322 とを含んでいる。第 1 の曲げ部 321 では、端子電極 12 から遠ざかる方向に折り曲げられ、第 2 の曲げ部 322 では、第 1 の曲げ部 321 から間隔を隔て、端面と平行する方向に折り曲げられている。金属端子 3 は、先端部から第 1 の曲げ部 321 に至る部分が、端子電極 12 に接続されている。

【0043】上記構造によれば、第 1 の曲げ部 221、321、第 2 の曲げ部 222、322 から端子部 23、33 に至る部分が、スプリング作用を持つようになり、そのスプリング作用によって、基板の撓みおよび熱膨張を吸収することができる。

【0044】金属端子 2 は、第 3 の曲げ部 223 を有する。第 3 の曲げ部 223 は折り返し部 22 と端子部 23 とを区画する。また、金属端子 3 は、第 3 の曲げ部 323 を有する。第 3 の曲げ部 323 は折り返し部 32 と端子部 33 とを区画する。従って、第 1 の曲げ部 221、321 から第 3 の曲げ部 223、323 に至る部分が、スプリング作用を持つようになり、そのスプリング作用によって、基板の撓みおよび熱膨張を吸収することができる。

【0045】金属端子 2、3 のそれぞれは、第 3 の曲げ部 223、323 において、端子部 23、33 がセラミックコンデンサ素子 1 に近づく方向に折り曲げられている。金属端子 2、3 の端子部 23、33 は、セラミックコンデンサ素子 1 の下側に間隔 G01、G02 をおいて配置されており、これにより、端子部 23、33 による基板占有面積の増大を抑え、実装面積を最小にしている。

【0046】更に、内部電極 101 の開放端と端子電極 12 との間に、間隔 $\Delta L1$ が生じさせ、内部電極 102 の開放端と端子電極 11 との間に、間隔 $\Delta L2$ が生じさせている構造の場合、クラックや、破壊等を生じ易い金属端子と導電性接着剤との界面、および、導電性接着剤の塗布領域付近に、内部電極 101 と内部電極 102 の重なりが存在しない。このため、クラックによるショート、および、それに起因する発火等を生じる危険性が激減する。

【0047】図 1 および図 2 において、第 1 の曲げ部 221、321 および第 2 の曲げ部 222、322 は、ほぼ 90 度の角度で曲げられているが、90 度以外の角度であってもよい。更に、第 1 の曲げ部 221、321 お

よび第 2 の曲げ部 222、322 において、明確な角度を持たない形状、例えば、円弧状に曲げてよい。

【0048】図 5 は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。図において、図 1 および図 2 と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。この実施例では、樹脂を含有する接合材 4、5 は、端子電極 11、12 に部分的に付着されている。このような構造であると、スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部 23、33 から第 2 の曲げ部 222、322 までの経路長 $h1$ と、第 1 の曲げ部 221、321 から取り付け部までの経路長 $h2$ を加算した値 ($h = h1 + h2$) となる。この経路長 h は、部品高さ H の寸法よりも大きくなる。従って、金属端子 2、3 について、部品高さ H を増大させずに、基板側端子部 23、33 からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長 h を増大させ、基板の撓みおよび熱膨張に対する吸収作用を改善できる。

【0049】図 6 は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。図において、図 1 および図 2 と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。

【0050】金属端子 2 は、先端部から第 1 の曲げ部 221 に至る部分に、別の曲げ部 224 を有し、別の曲げ部 224 から第 1 の曲げ部 221 に至る部分が、セラミックコンデンサ素子 1 の側端面と間隔 $G1$ を隔てて対向し、先端部と別の曲げ部 224 との間が端子電極 11 に接続されている。金属端子 3 は、先端部から第 1 の曲げ部 321 に至る部分に、別の曲げ部 324 を有し、別の曲げ部 324 から第 1 の曲げ部 321 に至る部分が側端面と間隔 $G2$ を隔てて対向し、先端部と別の曲げ部 324 との間が端子電極 12 に接続されている。

【0051】この構造によれば、別の曲げ部 224、324 から第 3 の曲げ部 223、323 に至る部分が、スプリング作用を持つようになり、そのスプリング作用を生じる長さが拡大されるので、基板の撓みおよび熱膨張を吸収する作用が更に増す。実施例の場合、スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部 23、33 から第 2 の曲げ部 222、322 までの経路長 $h1 \leq H$ と、第 1 の曲げ部 221、321 から取り付け部までの経路長 $h2$ を加算した値 ($h = h1 + h2$) となる。この経路長 h は、部品高さ H の寸法よりも大きくなる。従って、金属端子 2、3 について、部品高さ H を増大させずに、基板側端子部 23、33 からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長 h を増大させ、基板の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善できる。

【0052】図 7 は本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図、図 8 は図 7 に示したセラミックコンデンサの正面図である。この実施例に示されたセラミックコンデンサでは、2 個のセラミックコンデンサ素子 110、120 を備える。セラミックコンデ

ンサ素子110、120は順次に積層され、端子電極11、12が、接合材4、5によって、並列に接続されている。金属端子2、3の端子部23、33は、セラミックコンデンサ素子110、120の内、最下層に位置するセラミックコンデンサ素子120の下側に間隔G01、G02をおいて配置されており、これにより、端子部23、33による基板占有面積の増大を抑え、実装面積を最小にしてある。

【0053】金属端子2、3の折り返し部22、32は、第1の曲げ部221、321と、第2の曲げ部222、322とを含む。第1の曲げ部221、321では、端子電極11、12から遠ざかる方向に折り曲げられ、第2の曲げ部222、322では、第1の曲げ部221、321から間隔を隔て、セラミックコンデンサ素子110、120の側端面と平行する方向に折り曲げられている。

【0054】金属端子2、3のそれぞれは、先端部から第1の曲げ部221、321に至る部分が、セラミックコンデンサ素子110、120の側端面に形成された端子電極11、12に接続されている。金属端子2、3と端子電極11、12との接続、および、セラミックコンデンサ素子110、120の相互接続には、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材4、5を用いる。

【0055】図7および図8に示した実施例によれば、図1および図2を参照して説明した作用効果のほか、2つのセラミックコンデンサ素子110、120のそれぞれの静電容量値を加算した大きな静電容量が取得できる。

【0056】図9は本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図、図10は図9に示したセラミックコンデンサの正面図である。図において、図7および図8と同一の構成部分には、同一の参照符号を付してある。この実施例では、金属端子2、3のそれぞれは、先端部から第1の曲げ部221、321に至る部分が、セラミックコンデンサ素子110の側端面に形成された端子電極11、12にのみ接続されている。この実施例によれば、図7および図8に示した実施例と同様の作用効果が得られる。

【0057】図11は本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。図において、図7～図10と同一の構成部分には、同一の参照符号を付してある。この実施例では、金属端子2、3のそれぞれは、先端部から第1の曲げ部221、321に至る部分が、セラミックコンデンサ素子120の側端面に形成された端子電極11、12にのみ接続されている。

【0058】この実施例において、スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部23、33から第2の曲げ部222、322までの経路長 h_1 と、第1の曲げ部221、321から取り付け部までの経路長 h_2 を加算した

値($h = h_1 + h_2$)となる。従って、金属端子2、3について、基板側端子部23、33からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長 h を増大させ、基板の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子110、120に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0059】図12は本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図である。図において、図8～図11と同一の構成部分には、同一の参照符号を付してある。この実施例では、金属端子2、3は、折り返し部22、32の幅方向の中間部に、切り抜き部225、325を有する。このような切り抜き部225、325があると、金属端子2、3からセラミックコンデンサ素子110、120への熱伝導が低下するので、セラミックコンデンサ素子110、120における熱応力を緩和できる。また、金属端子2、3の剛性が低下するので、基板の撓みおよび熱膨張を吸収するのに適したスプリング作用を得ることができる。

【0060】図13は本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。図において、図8～図12と同一の構成部分には、同一の参照符号を付してある。この実施例では、金属端子2、3のそれぞれは、先端部から第1の曲げ部221、321に至る部分が、セラミックコンデンサ素子110の側端面に形成された端子電極11、12にのみ接続されている。スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部23、33から第2の曲げ部222、322までの長さとなる。従って、端子部23、33を基準としたとき、接合材4、5による金属端子2、3の接続位置までの長さは、折り返し部22、32を持たない従来の高さ h_0 (図1等参照)よりも大きな経路長 h となる。このため、基板の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子110～140に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0061】図14は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。金属端子2、3のそれぞれは、先端部から第1の曲げ部221に至る部分に、別の曲げ部224、324を有し、別の曲げ部224、324から第1の曲げ部221に至る部分が、セラミックコンデンサ素子110、120の側端面と間隔G1、G2を隔てて対向し、先端部と別の曲げ部224、324との間が端子電極11、12に接続されている。更に詳しくは、金属端子2において、先端部と別の曲げ部224との間が、セラミックコンデンサ素子110の端子電極11と、セラミックコンデンサ素子120の端子電極11との間に配置され、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材4によって、端子電極11、11に接続固定されている。金属端子3において、先端部と別の曲げ部324との間が、セラミックコンデンサ素子110の端子電極12と、セラミックコンデン

サ素子120の端子電極12との間に配置され、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材5によって、端子電極12、12に接続固定されている。

【0062】スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部23、33から第2の曲げ部222、322までの経路長 h_1 と、第1の曲げ部221、321から別の曲げ部224、324までの経路長 h_2 を加算した値($h = h_1 + h_2$)となる。従って、金属端子2、3について、基板側端子部23、33からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長 h を増大させ、基板の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子110、120に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0063】図15は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。この実施例では、金属端子2において、先端部と別の曲げ部224との間が、最下層のセラミックコンデンサ素子110の端子電極11を受けるように配置され、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材4によって、端子電極11に接続固定されている。金属端子3において、先端部と別の曲げ部324との間が、セラミックコンデンサ素子110の端子電極12を受けるようにに配置され、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材5によって、端子電極12に接続固定されている。

【0064】スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部23、33から第2の曲げ部222、322までの経路長 h_1 と、第1の曲げ部221、321から別の曲げ部224、324までの経路長 h_2 を加算した値($h = h_1 + h_2$)となる。従って、金属端子2、3について、基板側端子部23、33からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長 h を増大させ、基板の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子110、120に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0065】図16は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。この実施例では、4個のセラミックコンデンサ素子110~140を順次に積層し、端子電極11-11、12-12間を、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材4、5によって接着する。また、金属端子2において、先端部と第1の曲げ部221との間を、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材4によって、端子電極11に接続固定する。金属端子3において、先端部と第1の曲げ部321との間を、はんだまたは樹脂を含有する導電性接着剤でなる接合材5によって、端子電極12に接続固定する。

【0066】図16に示された実施例によれば、図1~図15に示した実施例よりも、更に大きな静電容量を取得できる。セラミックコンデンサ素子110~140の個数は、要求される静電容量に応じて更に増加できる。

【0067】スプリング作用を生じる経路長 h は、端子部23、33から第2の曲げ部222、322までの経路長 h_1 と、第1の曲げ部221、321から別の曲げ部224、324までの経路長 h_2 を加算した値($h = h_1 + h_2$)となる。従って、金属端子2、3について、基板側端子部23、33からセラミックコンデンサ素子取り付け部までの経路長 h を増大させ、基板の撓みおよび熱膨張の吸収作用を改善し、セラミックコンデンサ素子110~140に発生する機械的応力、及び、熱応力を低減することができる。

【0068】図17は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面断面図である。図において、図1および図2と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。この実施例では、端子電極11、12は、側端面のみに形成されている。このような構造であると、内部電極101と端子電極12との間隔 ΔL_1 及び内部電極102と端子電極11との間の間隔 ΔL_2 を、セラミック誘電体基体100の側端面を基準にして設定すればよいので、内部電極101と内部電極102との重なり面積を増大させ、より大きな取得容量を確保できる。

【0069】図18は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面断面図である。図において、図17と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。図18に示す実施例では、2個のセラミックコンデンサ素子110、120を備える。セラミックコンデンサ素子110、120は順次に積層され、端子電極11、12が、接合材4、5によって、並列に接続されている。端子電極11、12は、セラミック誘電体基体100の側端面のみに形成されている。この実施例によれば、図17との比較において、より大きな静電容量を取得できる。

【0070】図19は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す斜視図である。図において、図1および図2と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。この実施例では、金属端子2は、抜き部24を有する。抜き部は、端子電極11を取り付けた取り付け部に向き合う。図示されていないが、金属端子3も、同様に、抜き部34を有する。抜き部34は、端子電極12を取り付けた取り付け部に向き合う。

【0071】上記構造であると、金属端子2、3を端子電極11、12に接続する作業において、金属端子2、3の抜き部24、34を通して、金属端子2、3の取り付け部を押さえ、端子電極11、12に接触させ、接続作業を容易に行なうことができる。また、抜き部24、34を通して、均一な力で行付け部を端子電極11、12に接着することができる。

【0072】図20は本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す底面図である。図において、図1および図2と同一の構成部分には、同一の参照符号を付

10

20

30

40

50

し、説明は省略する。この実施例では、金属端子2の端子部23は、2つの穴231、232を有する。同様に、金属端子3の端子部33は、2つの穴331、332を有する。穴数は任意である。

【0073】図21は図20に示したセラミックコンデンサを回路基板70に実装した状態を示す部分断面図である。図21に示すように、図20に図示されたセラミックコンデンサを、回路基板70に設けられた導体パターン71、72にはんだ付けする際、端子部23、33の穴231、232、331、332に、はんだ82、83を充填し、セラミックコンデンサを回路基板70に確実にはんだ付けすることができる。

【0074】図22は、本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。図において、図1及び図2と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。この実施例では、金属端子2の折り返し部22は、鋭角曲げ部221を含み、鋭角曲げ部221では、セラミックコンデンサ素子1の端面とほぼ対向する方向に鋭角に折り曲げられている。同様に、金属端子3の折り返し部32も、鋭角曲げ部321を含み、鋭角曲げ部321では、セラミックコンデンサ素子1の端面とほぼ対向する方向に鋭角に折り曲げられている。

【0075】上記構造によれば、図1及び図2に示したセラミックコンデンサと同様に、曲げ位置221、321から端子部23、33に至る部分が、スプリング作用を持つようになり、そのスプリング作用によって、基板の撓みおよび熱膨張を吸収することができる。

【0076】金属端子2、3は、折り曲げにより生じる2つの対向部分間の最大の隙間dが300 μ m以下とすることが好ましい。隙間dが小さいほど、金属端子2、3の共振点が高周波数側に移動する。通常の電源では、20～200Hzの振動が発生する可能性があるため、共振点が200Hz以上になるように、隙間dを小さくすることが望ましい。隙間dが300 μ m以下であれば、このような条件を満たすことができる。表1は図22に図示された構造のセラミックコンデンサにおいて、隙間dを変え、10～500Hzの周波数で2時間加熱したときのクラック発生率(%)を示す試験データである。試験に供されたセラミックコンデンサは、各間隔d毎に100個である。

表1

間隔d (μ m)	70	90	300	370	640	740
クラック発生率 (%)	0	0	0	100	85	85

表1に示されるように、間隔dが300 μ mを越える370 μ mにおいて、クラック発生率は85～100%に達する。これに対して、間隔d(μ m)が300 μ m以下である70 μ m、90 μ mの場合は、クラックを発生しない。

【0077】図23は、本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。図において、図1及び図2と同一の構成部分には、同一の参照符号を付し、説明は省略する。金属端子2、3の折り返し部22、32は、弧状に折り曲げられている。この実施例においても、図1及び図2の実施例と同様の作用効果を奏する。

【0078】重複説明を回避するため、図示は省略するけれども、図22及び図23に示した金属端子2、3を用いた場合にも、図3～図21に図示された使用態様及び実施例を採用し得ることは自明である。また、図示はされていないが、実施例の組み合わせが多数存在することはいうまでもない。

【0079】次に具体的な実施例および比較例のクラック発生率試験データを示す。

【0080】実施例1

定格電圧25Vで静電容量22 μ F、温度特性Eを有する5.6 \times 5.0 \times 2.3mmのセラミックコンデンサ素子を2個用意した。

【0081】上記セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体の内部にAg-Pdよりなる内部電極を有し、セラミック誘電体の相対する両側端部にガラスブリットを含んだAgペーストの焼き付け電極となる端子電極を有する。

【0082】上記セラミックコンデンサ素子の2個を、端子電極を揃えて重ね合わせ、かつ、端子電極に銀粉を分散させた導電性接着剤を塗布して固定した。次に、銀めっき処理(中間層はニッケル、Ni-Ag)した厚さ0.1mmの金属板(リン青銅製)の内側に折り曲げられた部分のみを二段積みされたセラミックコンデンサの下部部の端部電極側面に、所定の圧力で押し付けた。この状態で、150 $^{\circ}$ Cで1時間加熱して導電性接着剤を熱硬化させて、2個のセラミックコンデンサ素子と金属端子が端部に固着した複合セラミックコンデンサを作製した。金属端子の形状、および、セラミックコンデンサ素子に対する金属端子の取り付け構造を、図15に図示した態様とした。

【0083】実施例2

金属端子の形状、および、セラミックコンデンサ素子に対する金属端子の取り付け構造を、図7および図8に図示した態様とした。他は実施例1と同様にして、セラミックコンデンサを作成した。

【0084】実施例3

金属端子の形状、および、セラミックコンデンサ素子に対する金属端子の取り付け構造を、図11に図示した態様とした。他は実施例1と同様にして、セラミックコンデンサを作成した。

【0085】実施例4

金属端子の形状、および、セラミックコンデンサ素子に対する金属端子の取り付け構造を、図12および図13

に図示した態様とした。他は実施例1と同様にして、セラミックコンデンサを作成した。

【0086】比較例1

金属端子の形状、および、セラミックコンデンサ素子に対する金属端子の取り付け構造は、図24に図示した従来技術の態様とした。他は実施例1と同様にして、セラミックコンデンサを作成した。図24において、図1と*

*同一の構成部分には、同一の参照符号を付してある。

【0087】比較例2

金属端子を用いずに、実施例1～4に述べた手段に従って、セラミックコンデンサを作成した。

【0088】実施例1～4および比較例1、2について、ヒートサイクル試験後のクラック発生状況を表2に示す。

表2

	h (mm)	H (mm)	h/L	クラック発生率 (%)	
				40サイクル後	100サイクル後
実施例1 (図15)	9	5.5	1.61	0	0
実施例2 (図7、8)	5	5.5	0.89	0	0
実施例3 (図11)	3	5.5	0.54	0	0
実施例4 (図9、10)	2	5.5	0.36	0	0
比較例1 (図24)	1	5.5	0.18	30	100
比較例2	0	2.3	0.00	100	100

表2に示すように、本発明に係る実施例1～4では、クラックの発生は認められなかった。比較例1では、40サイクル後に30%、100サイクル後に100%のクラック発生率であった。金属端子を持たない比較例2では、40サイクル後および100サイクル後の何れにおいても、100%のクラック発生率であった。

【0089】実施例5～7

定格電圧16Vで静電容量6.8μF、温度特性Eを有する3.2×2.5×1.0mmのセラミックコンデンサ4個を用意した。

【0090】セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体にAg-Pd内部電極を埋設し、相対する両側端面にガラスブリットを含んだAgペーストの焼き付け電極となる端子電極を有する。

【0091】上述した4個のセラミックコンデンサ素子を、端子電極を揃えて積層し、かつ、端子電極に、銀粉を分散させた導電性接着剤を塗布し、セラミックコンデンサ素子を固定した。次に、図16に図示された構造および配置で、金属端子を取り付けた。金属端子は、銀めっき処理(中間層はニッケル、Ni-Ag)した厚さ

0.1mmの金属板(リン青銅製)を用いた。金属端子の※

20

※先端部に位置する端子部を、四段積みされたセラミックコンデンサ素子の内、最下層に位置するセラミックコンデンサ素子の端子電極の側面に、所定の圧力で押し付けた。この状態で、150℃で1時間加熱して導電性接着剤を熱硬化させて、4個のセラミックコンデンサ素子と金属端子とを、端子電極の部分で固着した複合セラミックコンデンサを作製した。

【0092】上述のようにして得られた試料について、スプリング作用を生じる経路長hを変えた。こうして得られた試料を、実施例5～7とする。

【0093】比較例3

金属端子の形状、および、セラミックコンデンサ素子に対する金属端子の取り付け構造は、図24に図示した従来技術の態様とした。他は、実施例5～7と同様とした。

【0094】比較例4

金属端子を用いずに、実施例5～7に述べた手段に従ってセラミックコンデンサを作成した。実施例5～7および比較例3、4について、ヒートサイクル試験後のクラック発生状況を表3に示す。

表3

	h (mm)	H (mm)	h/L	クラック発生率 (%)	
				40サイクル後	100サイクル後
実施例5	9	5.0	2.81	0	0
実施例6	3	5.0	0.94	0	0
実施例7	1.5	5.0	0.47	0	0
比較例3	1	5.0	0.31	15	100
比較例4	0	1.0	0.00	100	100

【0095】表3に示すように、本発明に係る実施例5～7では、クラックの発生は認められなかった。比較例3では、40サイクル後に15%、100サイクル後に100%のクラック発生率であった。金属端子を持たない比較例2では、40サイクル後および100サイクル

後の何れにおいても、100%のクラック発生率であった。

【0096】実施例8

定格電圧25Vで静電容量22μF、温度特性Eを有する5.6×5.0×2.3mmのセラミックコンデンサ素子を4個

50

用意した。セラミックコンデンサ素子を4個用意した。セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体にA g-P d内部電極を埋設し、相対する両側端面にガラスブリットを含んだA gペーストの焼き付け電極でなる端子電極を有する。

【0097】上述した4個のセラミックコンデンサ素子を、端子電極を揃えて重ね合わせ、かつ、端子電極に、銀粉を分散させた導電性接着剤を塗布し、セラミックコンデンサ素子を固定した。次に、図16に図示された構造および配置で、金属端子を取り付けた。金属端子は、銀めっき処理（中間層はニッケル、Ni-A g）した厚さ0.1mmの金属板（リン青銅製）を用いた。金属端子の先端部に位置する端子部を、四段積みされたセラミックコンデンサ素子の内、最下層に位置するセラミックコンデンサ素子の端子電極の側面に、所定の圧力で押し付けた。この状態で、150℃で1時間加熱して導電性接着剤を熱硬化させて、4個のセラミックコンデンサ素子と金属端子とを、端子電極の部分で固着した複合セラミックコンデンサを作製した。

【0098】比較例5
定格電圧25Vで静電容量22μF、温度特性Eを有する5.6×5.0×2.3mmの2個のセラミックコンデンサ素子を用意した。セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体に、A g-P dでなる内部電極を有し、セラミック誘電体の相対する両側端面にガラスブリットを含んだA gペーストの焼き付け電極でなる端子電極を有する。

【0099】上記した2個のセラミックコンデンサ素子を、端子電極を揃えて重ね合わせ、かつ、端子電極に、銀粉を分散させた導電性接着剤を塗布し、めっき処理した厚さ0.1mmの金属板（リン青銅製）を、図24に図示する従来構造において、所定の圧力で押し付けた。この状態で、150℃で1時間加熱して、導電性接着剤を熱硬化させて、2個のセラミックコンデンサ素子と、金属端子とを、端子電極で固着した複合セラミックコンデンサを作製した。

【0100】比較例6
定格電圧16Vで静電容量6.8μF、温度特性Eを有する3.2×2.5×1.0mmの4個のセラミックコンデンサ素子を用意した。セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体の内部にA g-P dでなる内部電極を有し、ガラスブリットを含んだA gペーストの焼き付け電極でなる端子電極を有する。

【0101】上述した4個のセラミックコンデンサ素子を、端子電極を揃えて重ね合わせ、かつ、銀粉を分散させた導電性接着剤を端子電極に塗布し、その上に、金属端子を、図24の従来例に示す態様で配置し、所定の圧力で押し付けた。金属端子は、めっき処理した厚さ0.1mmの金属板（リン青銅製）である。

【0102】この状態で、150℃で1時間加熱して導電性接着剤を熱硬化させて、4個のセラミックコンデンサ素子と、金属端子とを、端子電極の部分で固着した複合セラミックコンデンサを作製した。

【0103】実施例8および比較例5、6に従って得られた試料を用いて、その金属端子の端子部を、アルミニウム基板にはんだ付けし、冷熱衝撃試験槽に投入し、冷熱衝撃試験を行なった。冷熱衝撃試験は、125℃～(-55℃)～125℃を一サイクルとして、40サイクルおよび100サイクルの各サイクルで行なった。そして、試験前および試験後において、セラミックコンデンサ素子の内部に存在するクラックの有無を調べた。

【0104】本発明に係る実施例8では、クラックの発生は認められなかったが、比較例5、6ではクラックによる破壊が認められた。破壊位置は、全て、金属端子と導電性接着剤との界面、および、導電性接着剤の塗布領域付近であった。

【0105】既に述べたように、本発明において、金属端子2、3のそれぞれは、-55℃から125℃迄の平均線膨張率αが 13×10^{-6} 以下であり、それによって、-55℃～125℃の範囲における温度変化の激しい環境下で長期間使用し続けても、クラックを発生せず、発火の危険性のないセラミックコンデンサが得られる。次に、この点について、具体的な実施例および比較例のクラック発生率試験データを挙げて説明する。

【0106】実施例11～21

定格電圧25Vで静電容量22μF、温度特性Eを有する5.6×5.0×2.3mmのセラミックコンデンサ素子を2個用意した。上記セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体の内部にA g-P dよりなる内部電極を有し、セラミック誘電体の相対する両側端面にガラスブリットを含んだA gペーストの焼き付け電極でなる端子電極を有する。

【0107】上記セラミックコンデンサ素子の2個を、端子電極を揃えて重ね合わせ、かつ、端子電極に銀粉を分散させた導電性接着剤を塗布して固定した。次に、銀めっき処理（中間層はニッケル、Ni-A g）した厚さ0.1mmの金属端子を、二段積みされた2つのセラミックコンデンサ素子の端子電極側面に、所定の圧力で押し付けた。この状態で、150℃で1時間加熱して導電性接着剤を熱硬化させ、2個のセラミックコンデンサ素子と金属端子が端部で固着したセラミックコンデンサを作製した。図24は上述のようにして得られたセラミックコンデンサの斜視図、図25は図24に図示したセラミックコンデンサの正面図である。

【0108】実施例11～21において、金属端子2、3（図24、25参照）としては、平均線膨張係数が 13×10^{-6} 以下の異なる金属材料を用いた。金属端子2、3は、実施例11ではインコネルX-750（実施例11）、実施例12ではニモニック90、実施例13

では炭素光、実施例 14 ではステンレス 430、実施例 15 では Hastelloy B、実施例 16 ではステンレス 403、実施例 17 では純チタン、実施例 18 では工業用チタン、実施例 19 ではクロム、実施例 20 では 42 アロイ、実施例 21 ではアンバーを用いて構成した。

【0109】実施例 11～21 のセラミックコンデンサのそれぞれを、アルミニウム基板にはんだ付けして固定し、熱衝撃を与えクラックの発生状況を評価した。熱衝撃条件は次の通りである。

【0110】熱衝撃条件

(1) 実施例 11～21 のそれぞれについて、100 個のセラミックコンデンサを用意し、これをアルミニウム基板にはんだ付けし、温度試験槽にて熱衝撃を与えた。

(2) ヒートサイクルは、室温 (25℃) から -55℃ まで急冷し、次に 125℃ まで急上昇させ、その後室温 (25℃) に戻る温度サイクルを 1 サイクルとした。

(3) 温度サイクルは、実施例 11～21 のそれぞれにつき 400 回づつ行った。

*

表 4

金属端子材料名	平均線膨張係数 α 13×10^{-6}	-55～125℃ クラック発生率 (%)	備考
インコネル X-750	以下	0	(実施例 11)
ニモニック 90	以下	0	(実施例 12)
炭素光	以下	0	(実施例 13)
ステンレス 430	以下	0	(実施例 14)
Hastelloy B	以下	0	(実施例 15)
ステンレス 403	以下	0	(実施例 16)
純チタン	以下	0	(実施例 17)
工業用チタン	以下	0	(実施例 18)
クロム	以下	0	(実施例 19)
42 アロイ	以下	0	(実施例 20)
アンバー	以下	0	(実施例 21)
アルミニウム	以上	100	(比較例 11)
鉄	以上	100	(比較例 12)
銅	以上	93	(比較例 13)
焼青銅	以上	81	(比較例 14)
ステンレス 304	以上	89	(比較例 15)
銅	以上	57	(比較例 16)
洋白	以上	45	(比較例 17)
ステンレス 317	以上	33	(比較例 18)
ニッケル	以上	5	(比較例 19)

表 4 に示すように、本発明に係る実施例 11～21 では、クラックの発生は認められなかった。比較例 11～19 の全てで不良品となっている。特に、アルミニウムおよび鉄の金属端子を使ったものでは 100% の不良品となった。

【0113】実施例 22～25

定格電圧 25 V で静電容量 22 μ F、温度特性 E を有する 5.6×5.0×2.3mm のセラミックコンデンサ素子を 2 個用意した。

【0114】上記セラミックコンデンサ素子は、鉛系複合ペロブスカイトのセラミック誘電体の内部に Ag-Pd よりなる内部電極を有し、セラミック誘電体の相対する両側端部にガラスブリットを含んだ Ag ペーストの焼き付け電極となる端子電極を有する。

【0115】上記セラミックコンデンサ素子の 2 個を、

* (4) アルミニウム基板から製品を外し、外觀試験をし、電気特性を調べた後、さらに製品を研磨して内部のクラックを検査する方法で評価した。

【0111】比較例 11～19

次に、比較のため、金属端子 2、3 として、平均線膨張係数が 13×10^{-6} を越える金属材料を用いて、図 24 及び図 25 に図したセラミックコンデンサを製造した。

金属端子 2、3 は、比較例 11 ではアルミニウム、比較例 12 では鉄、比較例 13 では銀、比較例 14 では焼青銅、比較例 15 ではステンレス 304、比較例 16 では銅、比較例 17 では洋白、比較例 18 ではステンレス 317、比較例 19 ではニッケルを用いて構成した。

【0112】比較例 11～19 のセラミックコンデンサを、アルミニウム基板にはんだ付けして固定し、熱衝撃を与えクラックの発生状況を評価した。熱衝撃条件は実施例 11～21 と同じである。実施例 11～21 および比較例 11～19 についてヒートサイクル後のクラック発生状況を表 4 に示す。

40

端子電極を揃えて重ね合わせ、かつ、端子電極に銀粉を分散させた導電性接着剤を塗布して固定した。次に、図 24、25 に図示するように、金属端子 2、3 を固定した。

【0116】金属端子 2、3 は、実施例 22～25 のそれぞれにおいて、Fe-Ni 合金の材料組成を変えたものを用意した。金属端子 2、3 の組成は、実施例 22 では Fe 55%-Ni 45%、実施例 23 では Fe 60%-Ni 40%、実施例 24 では Fe 65%-Ni 35%、実施例 25 では Fe 70%-Ni 30% とした。

【0117】実施例 22～25 のセラミックコンデンサのそれぞれを、アルミニウム基板にはんだ付けして固定し、熱衝撃を与えクラックの発生状況を評価した。熱衝撃条件は、実施例 11～21 において既に説明した通りである。

50

【0118】比較例20、21

比較のため、金属端子2、3において、Fe-Ni合金の材料組成を異ならせた比較例20、21のセラミックを用意した。金属端子2、3は比較例20ではFe50%-Ni50%、比較例21ではFe75%-Ni25%の組成とした。他は実施例22～25と同様にして、セラミックコンデンサを作成した。

【0119】比較例20、21のセラミックコンデンサのそれぞれを、アルミニウム基板にはんだ付けして固定し、熱衝撃を与えクラックの発生状況を評価した。熱衝撃条件は実施例11～21において既に説明した通りである。

【0120】実施例22～25および比較例20、21についてヒートサイクル後のクラック発生状況を表5に示す。

表5

金属端子材料組成 Fe-Ni合金	-55～125℃での 発生率(%)	備考
Fe50%-Ni50%	8	(比較例20)
Fe55%-Ni45%	0	(実施例22)
Fe60%-Ni40%	0	(実施例23)
Fe65%-Ni35%	0	(実施例24)
Fe70%-Ni30%	0	(実施例25)
Fe75%-Ni25%	16	(比較例21)

表5に示すように、本発明に係る実施例22～25では、クラックの発生は認められなかった。比較例20及び21は、双方とも不良品となっている。

【0121】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、次のような効果が得られる。

(a) セラミックコンデンサ素子にクラック、破損等が発生するのを確実に阻止できるセラミックコンデンサを提供することができる。

(b) セラミックコンデンサ素子における熱応力および機械的応力を低減できるセラミックコンデンサを提供することができる。

(c) -55～125℃の範囲における温度変化の激しい環境下で長期間使用し続けても、クラックが発生せず、発火する危険性のないセラミックコンデンサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るセラミックコンデンサの正面図である。

【図2】図1に示したセラミックコンデンサの正面断面図である。

【図3】図1及び図2に示したセラミックコンデンサを回路基板上に実装した時の状態を示す部分断面図である。

【図4】本発明に係るセラミックコンデンサに用いられる金属端子の一例を示す拡大断面図である。

【図5】本発明に係るセラミックコンデンサの別の実施例を示す正面図である。

【図6】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図7】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図である。

【図8】図7に示したセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図9】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図である。

【図10】図9に示したセラミックコンデンサの正面図である。

【図11】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図12】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図である。

【図13】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図14】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図15】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図16】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図17】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面断面図である。

【図18】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面断面図である。

【図19】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図である。

【図20】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す底面図である。

【図21】図20に示したセラミックコンデンサの実装例を示す部分断面図である。

【図22】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図23】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図24】本発明に係るセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す斜視図である。

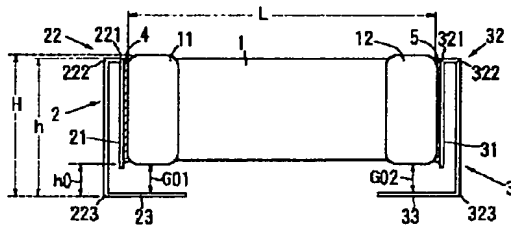
【図25】図7に示したセラミックコンデンサの更に別の実施例を示す正面図である。

【図26】従来のセラミックコンデンサを示す正面図である。

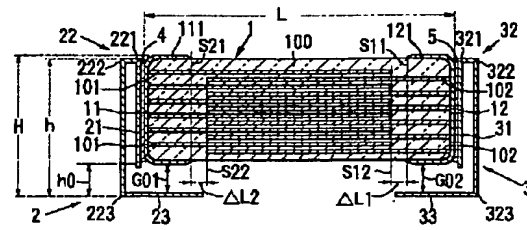
【符号の説明】

1、110～140	セラミックコンデンサ素子
2、3	金属端子
21、31	一端
22、32	折り返し部
23、33	端子部

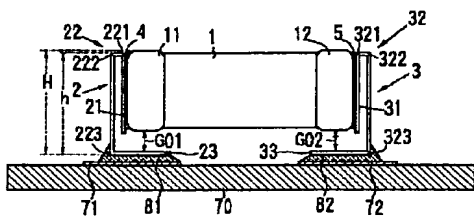
【図 1】



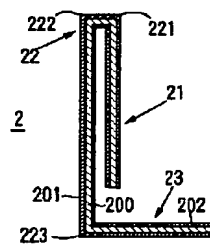
【図 2】



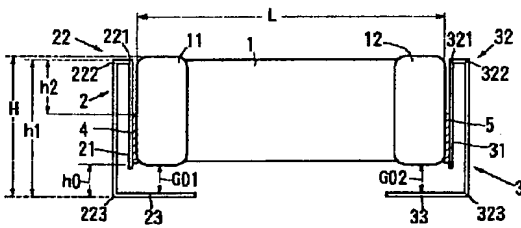
【図 3】



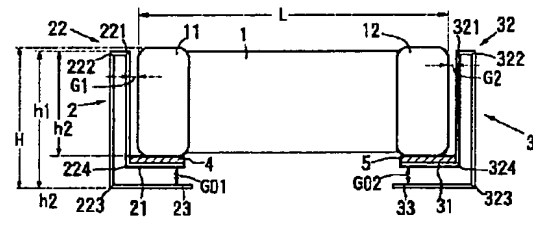
【図 4】



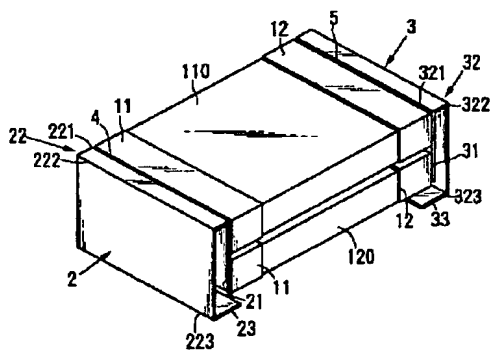
【図 5】



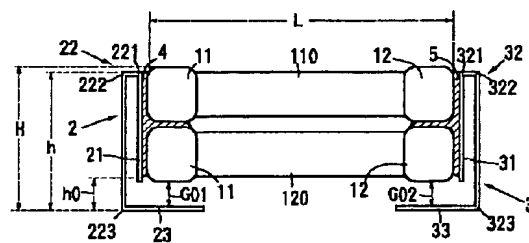
【図 6】



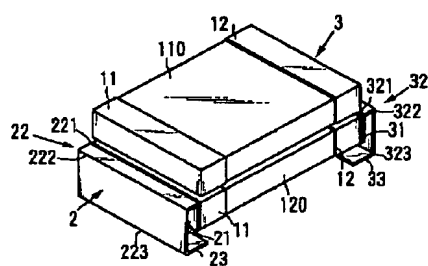
【図 7】



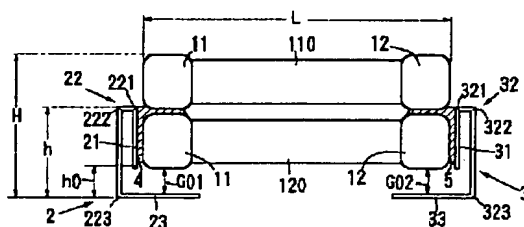
【図 8】



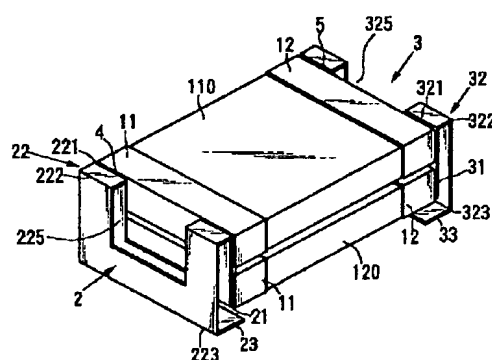
【図9】



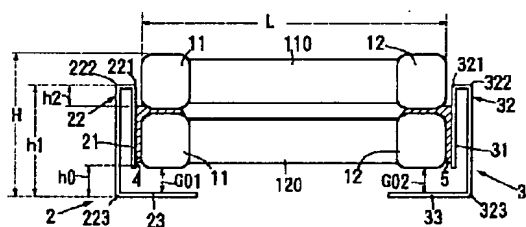
【図10】



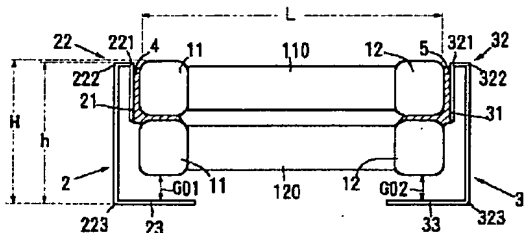
【図12】



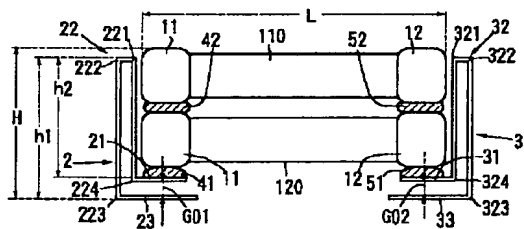
【図11】



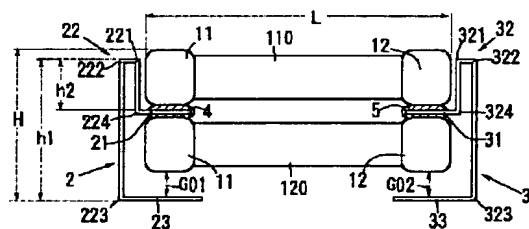
【図13】



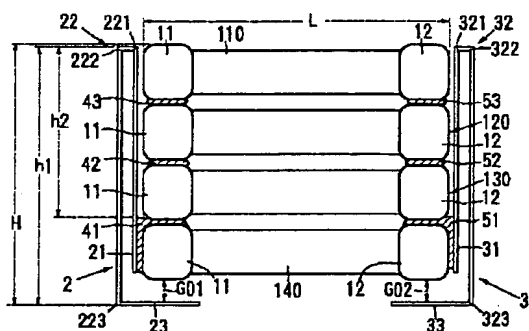
【図15】



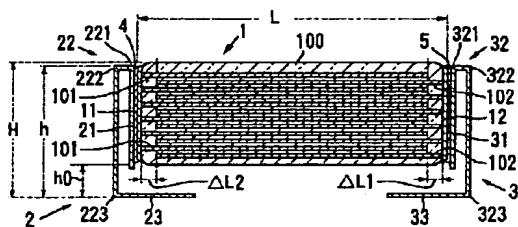
【図14】



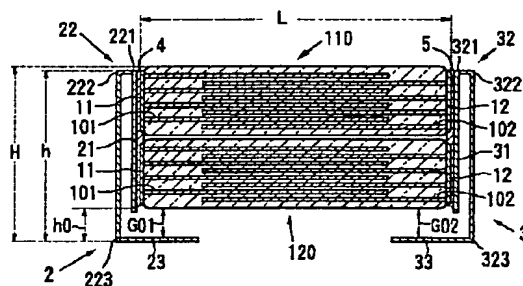
【図16】



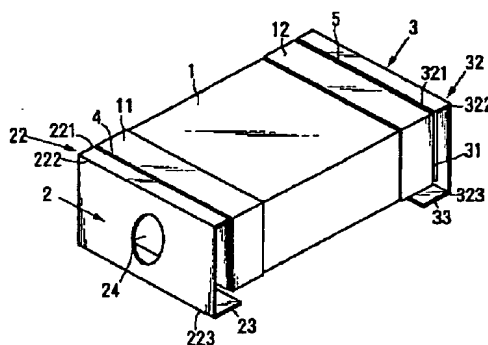
【図17】



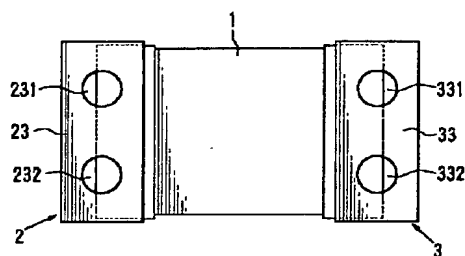
【図18】



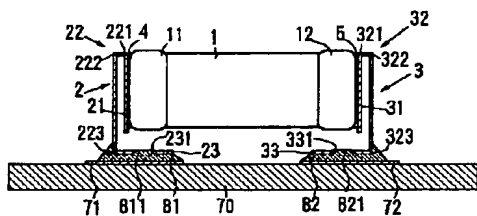
【図19】



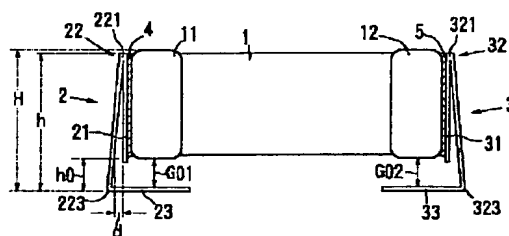
【図20】



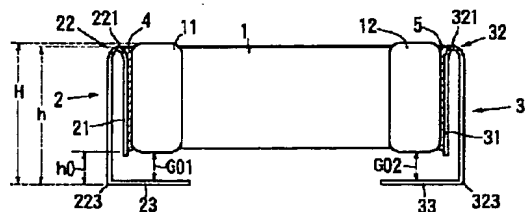
【図21】



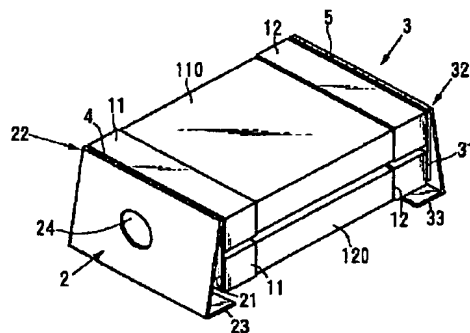
【図22】



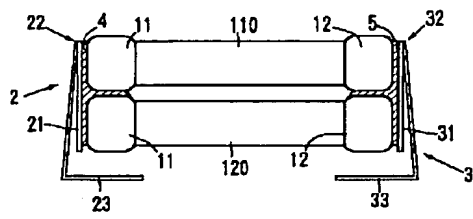
【図23】



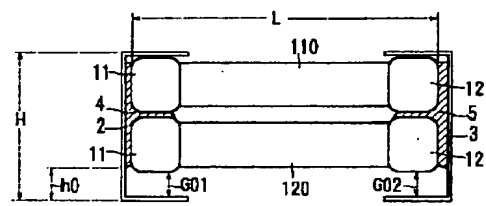
【図24】



【図 25】



【図 26】



先行技術